

‘Best Practices’ voor betonwegen met een blik op SB250

DR.IR. ANNE BEELDENS

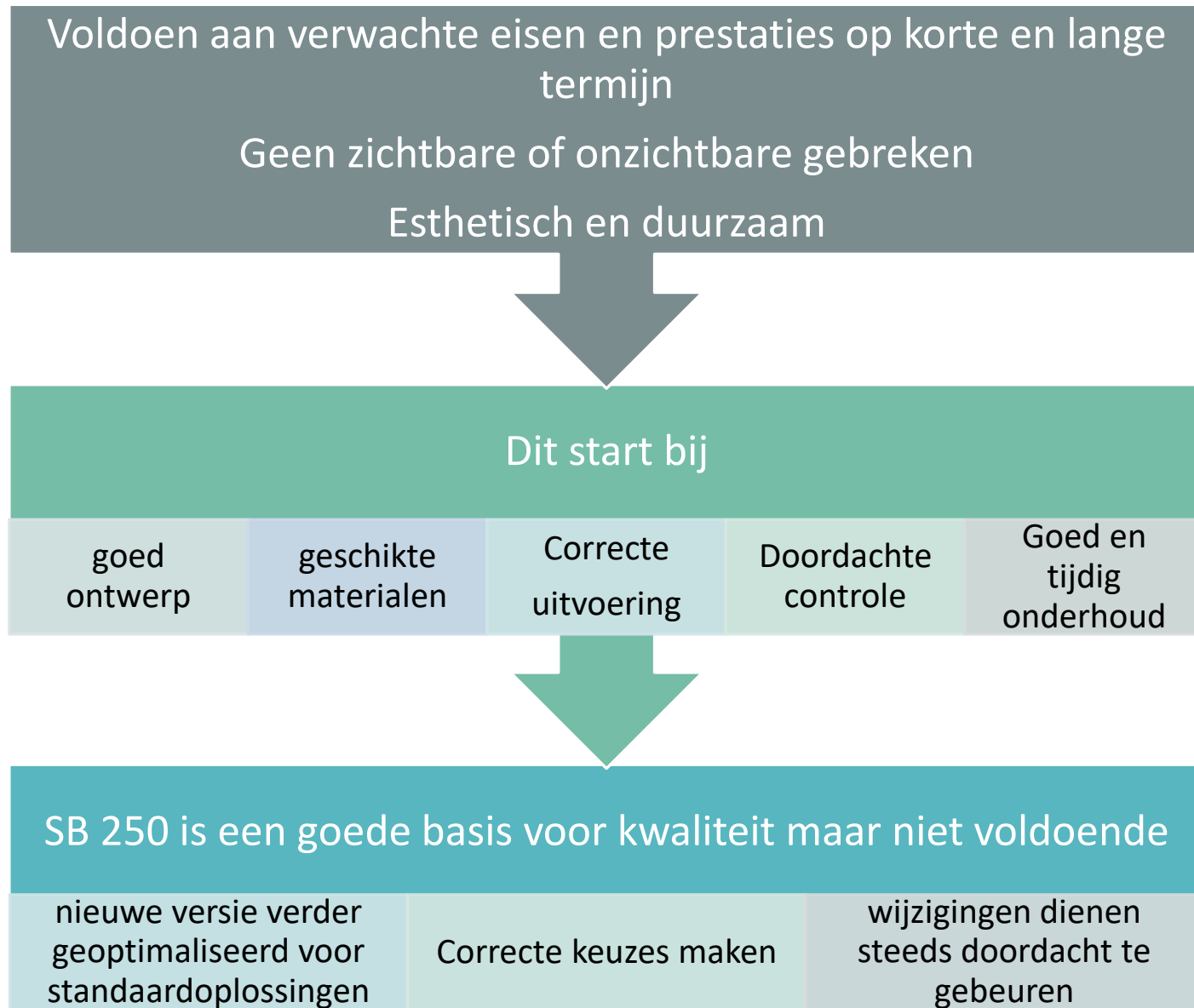
RAADGEVEND INGENIEUR EN ZAAKVOORDER AB-ROADS

A.BEELDENS@AB-ROADS.COM

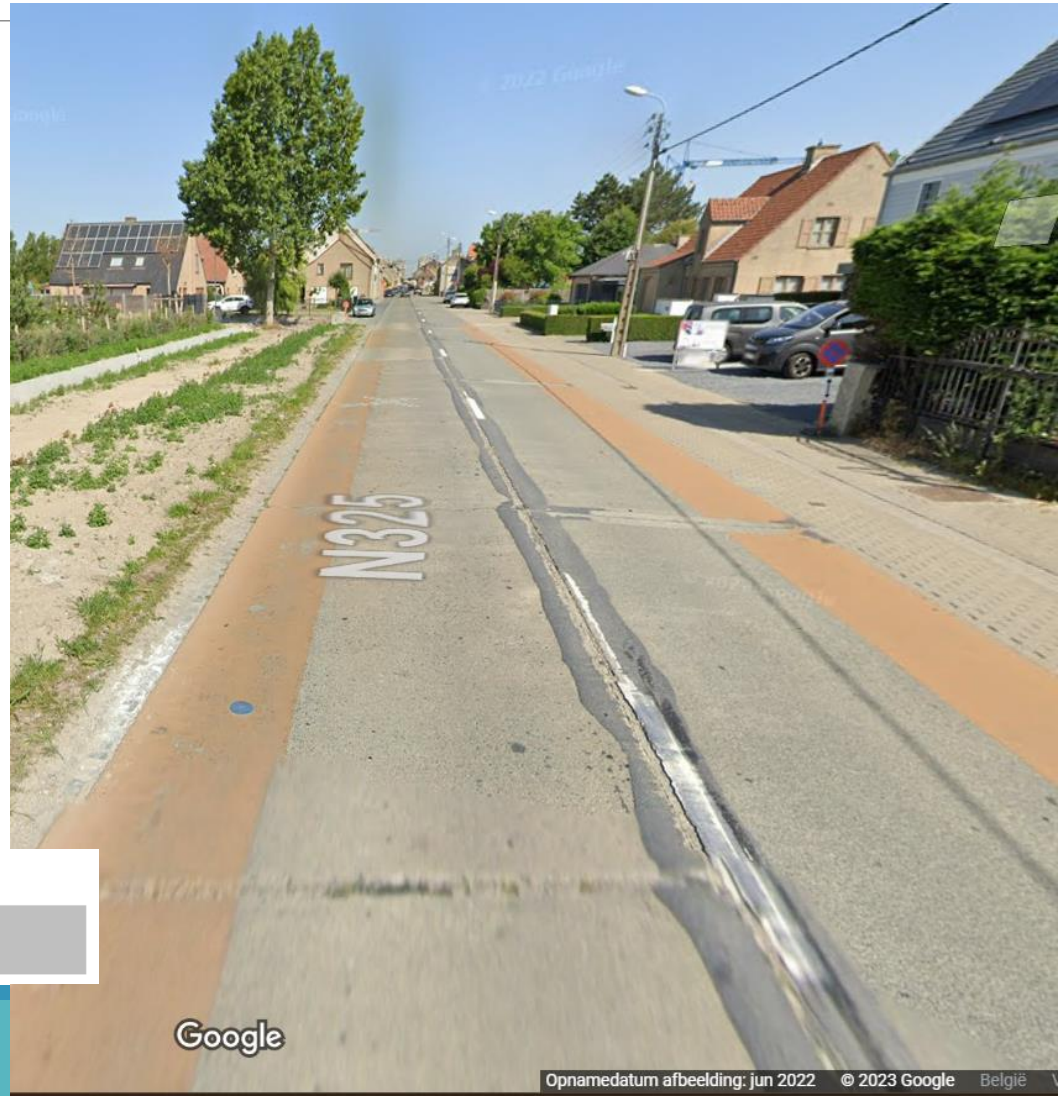
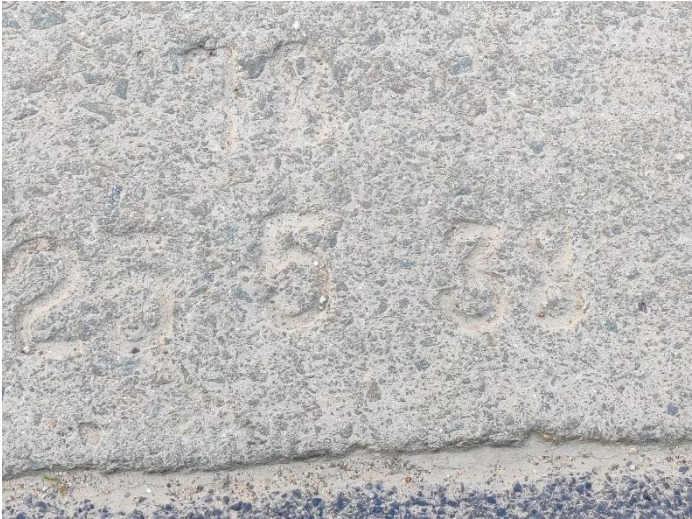
+32486/91.35.96



Belang van kwaliteit



Principe van (oud) platenbeton



1.4.11 Dateren van de platen

In de regel worden de platen niet gedateerd. Als het dateren van de platen verplicht wordt in de opdrachtdocumenten, dan gelden de volgende bepalingen.

Principe van (nieuw) platenbeton



Maar ... risico op trillingen ondanks zeer goede uitvoering



Maatregelen opgenomen in SB 250
en standaardstructuren



Asfalttussenlaag, ook voor lagere bouwklassen

Deuvels voor goede lastoverdracht en beperken beweging

Rekenmodule bouwklasse

De structuur wordt belast door 41097 standaardassen (71525 voertuigen).

De bouwklasse is **B10** (max. 0.25 miljoen standaardassen)

De standaardstructuur voor deze parameters is:

- 18 cm verharding van platenbeton
- 5 cm bitumineuze tussenlaag
- 25 cm met cement gestabiliseerde steenslagfundering
- 20 cm onderfundering (afgerond 20 cm)

Voor bouwklassen B7 of zwaarder: steeds in combinatie met deuvels!

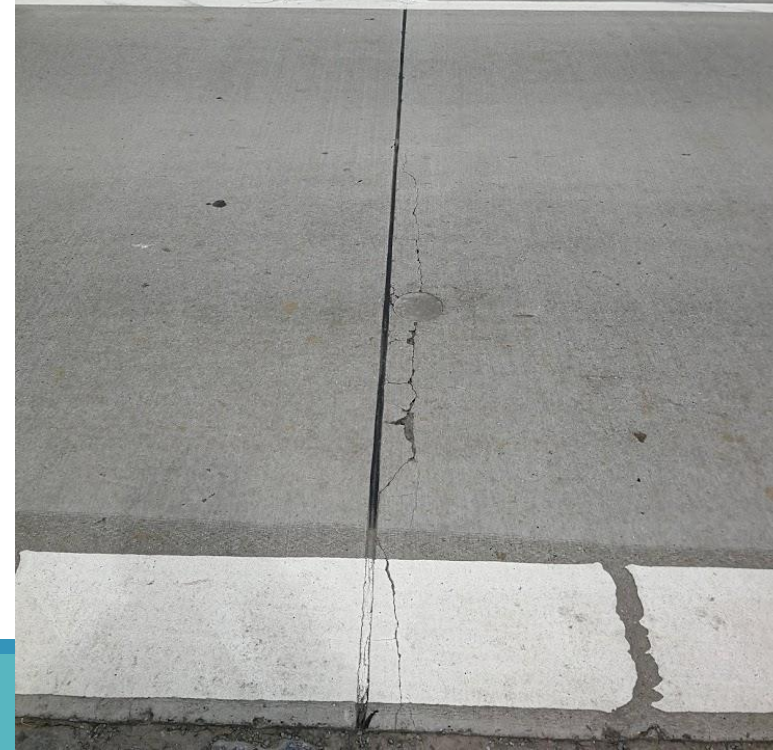
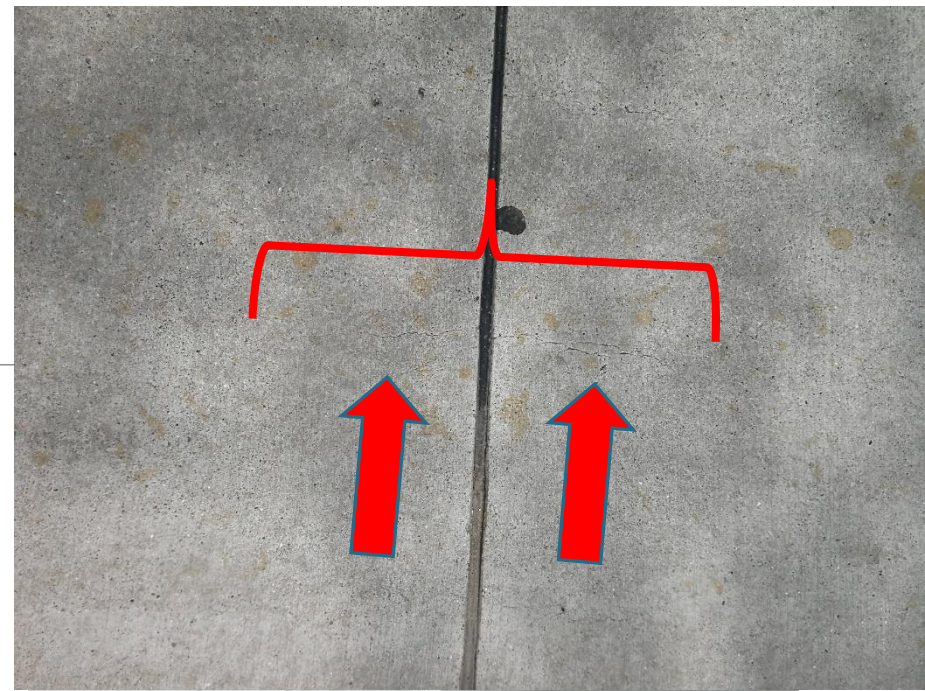
1.3.3.2.B KRIMPVOEG

De krimpvoeg beantwoordt aan één van de types afgebeeld in de figuren 6-1.3-5 tot 6-1.3-8. De toleranties in min en in meer op de erop aangegeven nominale dikte van de zaagsnede, gemeten kort na het zagen, zijn 1 mm voor de individuele dikten.

De krimpvoegen in de rijbaan van wegen van de bouwklassen B1 t.e.m. B7 zijn steeds verdeuveld, uitgezonderd verhardingen in staalvezelbeton. De krimpvoegen in de rijbaan van wegen van de bouwklassen B8 t.e.m. B10 en BF en van verhardingen in staalvezelbeton kunnen eventueel met verdeuvelde krimpvoegen uitgevoerd worden. In dit geval wordt dat aangegeven in de opdrachtdocumenten.

De krimpvoegen van verhardingen in staalvezelbeton hebben een zaagdiepte van $E_{nom}/2 \pm 5$ mm.

Plaatsing deuvels

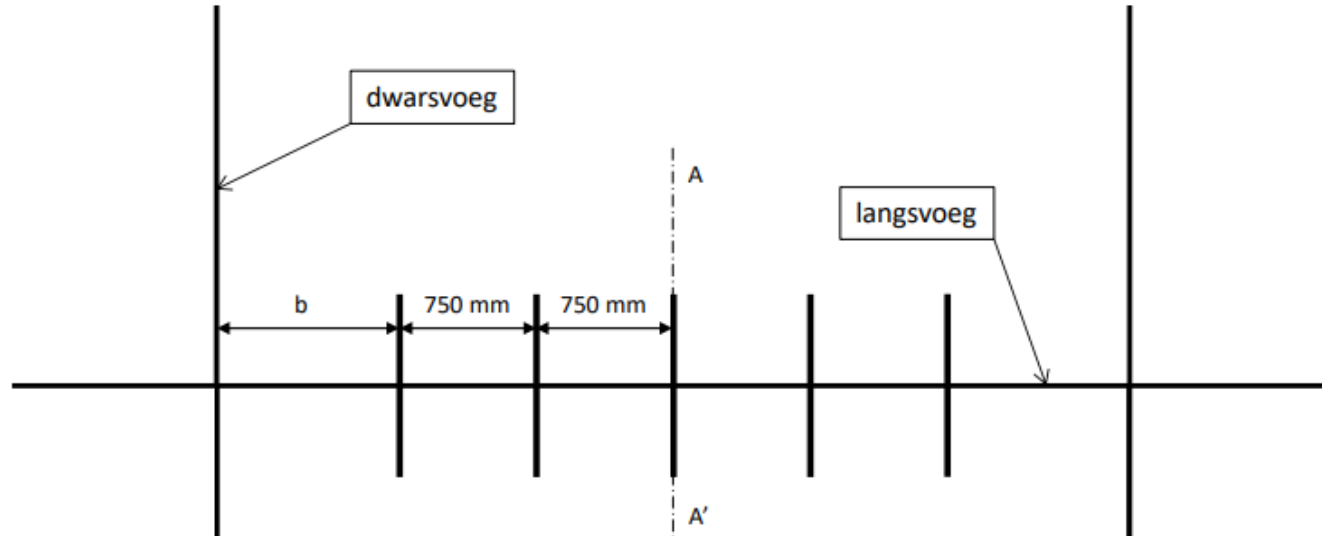


Ankerstaven

1.3.3.3.A LANGSE BUIGINGSVOEG

De langse buigingsvoeg beantwoordt aan de figuren 6-1.3-13 tot 6-1.3-15. De toleranties in min en in meer op de erop aangegeven nominale dikte van de zaagsnede zijn 1 mm voor de individuele dikten.

In de langse buigingsvoeg van de wegen van bouwklasse B1 t.e.m. B7 worden steeds ankerstaven geplaatst, uitgezonderd verhardingen in doorgaand gewapend beton en verhardingen in staalvezelbeton. Voor de wegen van bouwklasse B8 t.e.m. B10 en voor verhardingen in staalvezelbeton dient de plaatsing van ankerstaven in de langse buigingsvoeg te worden aangegeven in de opdrachtdocumenten.



Figuur 6-1.3-13: bovenaanzicht langse buigingsvoeg, $750 \text{ mm} \leq b < 1000 \text{ mm}$

De ankerstaven in langse buigingsvoegen worden hetzij op stoelen geplaatst, hetzij in het beton getrild.

Glasvezelversterkte kunststofdeuvls en kunststofankerstaven mogen enkel op metalen of glasvezelversterkte steunen geplaatst worden en dus niet in het beton getrild worden.

Deuvels: glasvezeldeuvels en ankerstaven zijn toegevoegd

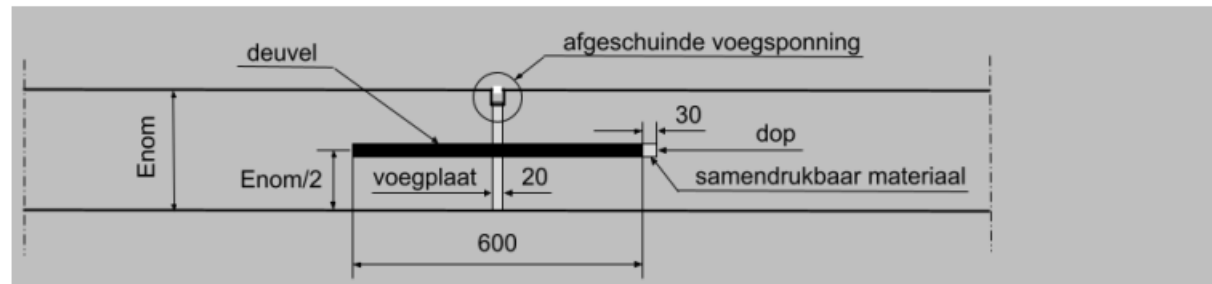
1.3.3.5 Deuvels

Deuvels kunnen alleen voorgeschreven worden wanneer de verharding een dikte heeft van 180 mm of meer.

Ze zijn aangebracht op halve dikte van de platen evenwijdig met de richting van de strook, derwijze dat ze door de dwarse voeg doormidden zijn gedeeld. De onderlinge afstand bedraagt 0,30 m h.o.h. De afstand tot de rand van de strook bedraagt minstens 0,15 m en hoogstens 0,30 m.

De nominale diameter van de deuvels bedraagt:

- 25 mm ingeval van stalen deuvels;
- 30 mm ingeval van glasvezelversterkte kunststofdeuvels voor bouwklasse B1 t.e.m. B5;
- 25 mm ingeval van glasvezelversterkte kunststofdeuvels voor bouwklasse B6 t.e.m. B10 en BF.



Figuur 6-1.3-3: dwarse uitzettingsvoeg, doorsnede A – A' (alle maten in mm)

Eisen glasvezelversterkte producten



13.11 Glasvezelversterkte kunststofproducten voor voegen in cementbetonverhardingen

13.11.1 Deuvels

Glasvezelversterkte kunststofdeuvels zorgen voor de lastoverdracht ter plaatse van dwarsvoegen. Het zijn rechte gladde staven, vrij van bramen en andere oneffenheden. Ter hoogte van de eindvlakken zijn er geen uitsteeksels buiten de nominale diameter van de staaf. Ze dienen bestand te zijn tegen corrosie en tegen een sterk alkalische omgeving.

De nominale diameter is 25 mm of 30 mm en de nominale lengte is 500 mm of 600 mm.

De glasvezelversterkte kunststofdeuvels voldoen aan volgende eisen:

- E-modulus ≥ 45 GPa;
- afschuifsterkte volgens ASTM D7617/D7617M-11 ≥ 150 MPa.

13.11.2 Ankerstaven

Glasvezelversterkte kunststofankerstaven zijn geribde staven die zorgen voor de verbinding ter plaatse van langsvoegen. Ze dienen bestand te zijn tegen corrosie en tegen een sterk alkalische omgeving.

De nominale diameter is 16 mm en de nominale lengte is 600 mm, 800 mm of 1000 mm.

De glasvezelversterkte kunststofankerstaven voldoen aan volgende eisen:

- E-modulus ≥ 45 GPa;
- afschuifsterkte volgens ASTM D7617/D7617M-11 ≥ 150 MPa.

13.11.3 Steunen

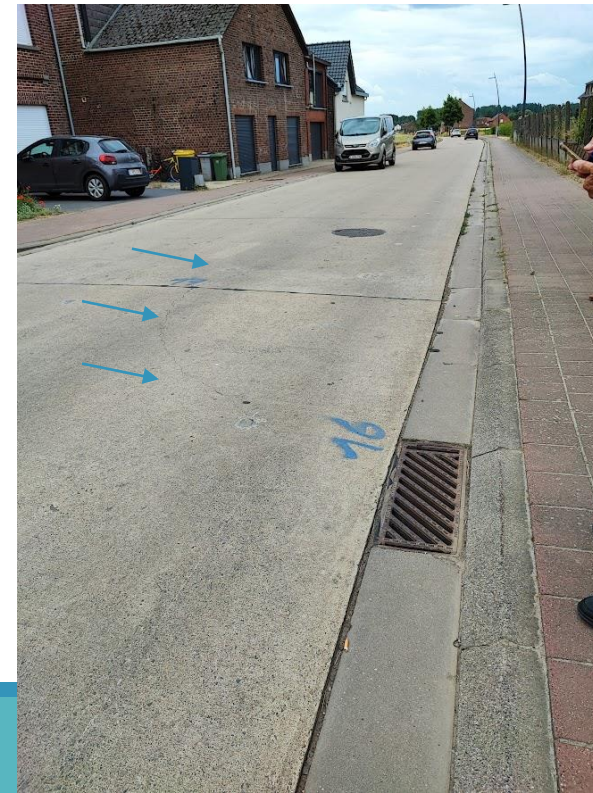
Glasvezelversterkte kunststofsteunen zijn vervaardigd uit gladde glasvezelversterkte kunststofwapening. Ze dienen bestand te zijn tegen corrosie en tegen een sterk alkalische omgeving. Iedere steun moet zonder zichtbare vervorming weerstaan aan een puntbelasting van 250 kg.

De glasvezelversterkte kunststofsteunen voldoen aan volgende eisen:

- E-modulus ≥ 45 GPa;
- afschuifsterkte volgens ASTM D7617/D7617M-11 ≥ 150 MPa.

Breedte van de betonverharding (6-1.3.2.3) – UITERMATE BELANGRIJK!

- Maximaal 4,50 m voor klassieke betonverhardingen en 5,00 m voor verharding met staalvezels
- is voor klassieke geometrie, aangepaste regels indien smalle platen of dunne platen

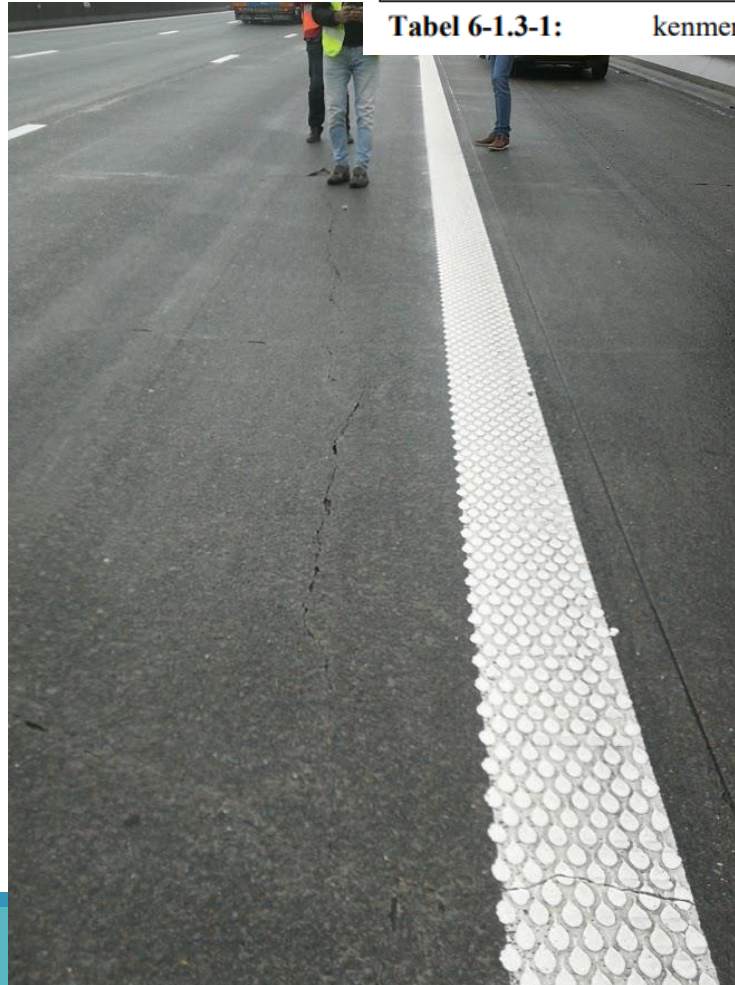


Zaagdiepte (6-1.3.3.3.B) (6-1.3.3.7.B)

De zaagdiepte bedraagt $E_{\text{nom}}/2$ voor verhardingen in staalvezelbeton en $E_{\text{nom}}/3$ voor andere betonverhardingen.

Nominale dikte van de betonverharding	200	210	220	230	250
Nominale diameter van de langswapening	16	16	20	20	20
Tussenafstand h.o.h. en tolerantie van de langswapeningen	130 ± 20	130 ± 20	180 ± 20	180 ± 20	170 ± 20
Hoogte van de steun voor de wapeningen	90 ± 5	100 ± 5	105 ± 5	110 ± 5	125 ± 5
Nominale diameter van de dwarswapening	14	14	14	14	14

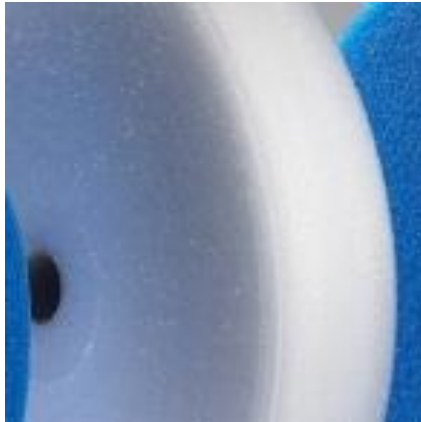
Tabel 6-1.3-1: kenmerken van de wapening (alle afmetingen in mm)



Isolatievoeg – materiaal 3-17.2

Ter voorkoming van vorming van sympathiescheuren

- Schuimband van polyethyleenschuim met dichtheid van 15 tot 25 kg/m³
- Breedte = dikte betonverharding + 2cm
- Nominale dikte 3 à 5 mm

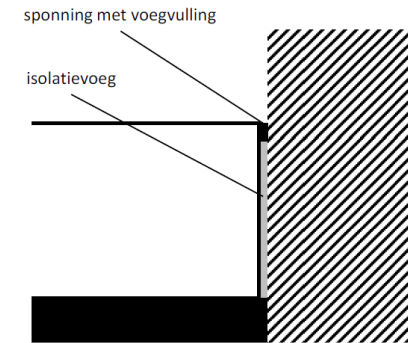


Isolatievoeg - plaatsing

6-1.3.3.3.F

- Bijzondere uitvoering van een, meestal langse, werkvoeg
- Scheiding tussen bestaande constructie (wegverharding, lijnvormig element, putrand, gebouw,...) en een nieuw aan te leggen betonverharding om sympathiescheuren en spanningsconcentraties te vermijden
- Plaats aangeduid in opdrachtdocumenten – lokale toepassing minstens 50 cm lang
- Zonder ankerstaven of deuvels
- Voegband bevestigd tegen bestaande constructie over VOLLEDIGE hoogte en lengte
- Verwijderen bovenste deel, sponning zagen, voegvullen

De hoogte van de voegband voor de isolatievoeg is minstens 2 cm groter dan de dikte van de aan te leggen betonverharding. De voegband wordt bevestigd tegen de bestaande constructie, zodanig dat ze niet vervormt tijdens het betonneren. Na het uitharden van de betonverharding wordt het uitstekende deel verwijderd en wordt een sponning gezaagd volgens 1.3.3.4. Hierin wordt een koud of warm verwerkt voegvullingsproduct aangebracht.



Figuur 6-1-21: isolatievoeg



Openstelling

1.4.18 Ingebruikneming

Het bouwplaatsverkeer is slechts toegelaten op de aangelegde verharding wanneer het verhardingsproces voldoende gevorderd is.

De verharding mag niet bereden worden door zwaar bouwplaatsverkeer of voor het verkeer worden opengesteld⁴ voordat de gemiddelde druksterkte op 3 kernen 40 MPa bedraagt. De kosten worden gedragen door de vragende partij.

⁴ indien de verharding opengesteld wordt voor het verkeer tijdens een vorstperiode, dan is het niet aangewezen om strooizouten toe te passen tot de betonverharding minstens 6 weken oud is



Snelhardend beton

Voor snelhardend beton zijn enkel de volgende cementtypes toegelaten:

- CEM I 52,5 LA;
- een mengsel van CEM III/A 42,5 N LA met 20 à 25 % CEM I 42,5 R of CEM I 52,5 R, in dat geval wordt de alkalibalans berekend a.d.h.v. de rekenwaarden voor elke grondstof van tabel 14-5.4-A en voldoet aan de eisen van NBN B15-001 Bijlage I artikel I.4.3.

Grondstof	Referentie-rekenwaarde	Alternatieve rekenwaarde
Cement	BENOR (maximum LA of gecertificeerd maximum)	forfaitaire waarde voor het alkaligehalte in geval van niet-beschikbaarheid van maximale waarden
Grove granulaten	forfaitaire waarde voor het alkaligehalte volgens tabel I.5 van NBN B 15-001	
Zanden	forfaitaire waarde voor het alkaligehalte volgens tabel I.5 van NBN B 15-001	
Toevoegsels type I	forfaitaire waarde voor het alkali-gehalte volgens tabel I.5 van NBN B 15-001	
Hulpstoffen	max. BENOR	forfaitaire waarde voor het alkaligehalte in geval van niet-beschikbaarheid van maximale waarden
Water	0,15 % tenzij gemeten waarde hoger is	resultaat beproeving in een geaccrediteerd laboratorium

Tabel 14-5.4-A: rekenwaarden alkalibalans

Wordt verder geoptimaliseerd in nieuwe versie SB 250 volgens norm NBN B15-001

Handmatige aanleg

5.4.1.2 Kenmerken van het vers beton

De kenmerken van het vers betonmengsel voldoen aan de voorschriften van tabel 14-5.4-4.

Parameter		B1 t.e.m. B5	B6 t.e.m. B10	BF
consistentie (zetmaat) voor machinale verwerking	min.	20 mm	20 mm	20 mm
	max.	60 mm	60 mm	60 mm
consistentie (zetmaat) voor manuele verwerking	min.	80 mm	80 mm	80 mm
	max.	150 mm	150 mm	150 mm
vochtige volumemassa VVM_v		TBR	TBR	TBR
luchtgehalte		TBR	TBR	TBR

Tabel 14-5.4-4: kenmerken vers beton

Handmatig aangelegd beton steeds verplicht te behandelen met hydrofobering!

Andere eisen voor handmatig geplaatst beton (voorstudie en eisen na uitvoering!)

Handmatig aangelegd beton - langsvlakheid

Onderscheid machinaal / manueel

Onderverdeling naar snelheidsregime

1.6.3.10.A.2 Langsvlakheid

De vlakheidscoëfficiënten voldoen voor elk deelvak aan de eisen van tabel 6-1.6-10. Indien een deelvak, al dan niet gedeeltelijk, manueel aangelegd werd en de manueel aangelegde oppervlakte minstens voldoet aan tabel 6-1.6-A, dan voldoen de vlakheidscoëfficiënten van dat deelvak aan de eisen van tabel 6-1.6-11.

Vlakheidscoëfficiënt	Minimale oppervlakte die manueel aangelegd werd
VC0.5	10 m ²
VC2.5	10 m ²
VC10	40 m ²
VC40	160 m ²

Tabel 6-1.6-A: minimum oppervlakte voor manuele verwerking

Indien op het te meten wegvak verschillende snelheidsregimes van toepassing zijn, dan gelden de eisen van het laagste snelheidsregime. In dat geval wordt het op te meten wegvak opgesplitst in verschillende op te meten wegvakken zodanig dat maximaal de eisen van het hoogste snelheidsregime van toepassing zijn. Voor autosnelwegen gelden altijd de eisen voor snelheidsregime > 80 km/h, met uitzondering van de verbindingswegen van knooppunten en de op- en afritten van aansluitingscomplexen waar de eisen van het overeenkomstig snelheidsregime van toepassing zijn.

Kenmerk	Fietspaden	Snelheidsregime			
		> 80 km/h	> 60 km/h	> 40 km/h	≤ 40 km/h
VC0.5 _{i,max}	15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
VC2.5 _{i,max}	45	25	40	45	45
VC10 _{i,max}	n.v.t.	50	80	90	n.v.t.
VC40 _{i,max}	n.v.t.	100	160	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 6-1.6-10: individuele eisen voor de vlakheidscoëfficiënten bij machinale verwerking in 1000 mm²/hm
(n.v.t. = niet van toepassing)

Kenmerk	Fietspaden	Snelheidsregime			
		> 80 km/h	> 60 km/h	> 40 km/h	≤ 40 km/h
VC0.5 _{i,max}	30	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
VC2.5 _{i,max}	90	50	80	90	90
VC10 _{i,max}	n.v.t.	100	160	180	n.v.t.
VC40 _{i,max}	n.v.t.	200	320	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 6-1.6-11: individuele eisen voor de vlakheidscoëfficiënten bij manuele verwerking in 1000 mm²/hm
(n.v.t. = niet van toepassing)

Printbeton – werkgroep OCW

Indeling in systemen op basis van

- Manier van kleuring: met kleurverharder of door kleuring in de massa
- Manier van verwerking: manueel (vaste bekistingen) of machinaal (glijbekistingsmachine)
- Manier van figureren: met matten of met een rol, (**gestencild beton/béton matricé = NIET in SB 250**)

Per systeem worden voorschriften uitgewerkt voor:

- Betonsamenstelling
- Eigenschappen verhard beton
- Systeem: aanhechting kleurverharder, indien van toepassing
- Stroefheid
- Verwerking: storten, aanbrengen kleurverharder, figureren, ontkisten, bescherming tegen uitdroging, bescherming tegen afschilfering

Voorschriften worden omgezet in eisen (SB250) of aanbevelingen

Voorgestelde systemen

1. Met kleurverharder – Manuele verwerking – Met matten **(1A)** of rol **(1B)** (**aanbeveling: voor esthetische toepassingen**)
2. Gekleurd in de massa – Manuele verwerking – Met matten **(2A)** of rol **(2B)**
3. Gekleurd in de massa – Machinale verwerking – rol **(3)** = standaard

Opmerkingen:

- Geen onderscheid per bouwklasse – 1 enkele keuze van betonsamenstelling (per systeem) – **wel voor systeem 2 en 3 indien oppervlak bereden wordt**

SAMENVATTEND OVERZICHT PER SYSTEEM

Voorschriften	1. Kleurverharder, manuele aanleg, met matten (A) of rol (B)	2. In de massa gekleurd beton, manuele aanleg, met matten (A) of rol (B)	3. In de massa gekleurd beton, machinale aanleg met glijbekistingsmachine, met rol
Beton-samenstelling	$C_{\min} = 400 \text{ kg/m}^3 - (W/C)_{\max} = 0,50$ & $180 \leq W \leq 210 \text{ l/m}^3$ $D_{\max} \leq 20 \text{ mm}$ (aanbeveling $D_{\max} = 16 \text{ mm}$) Consistentie: max. S3 – 150 mm zetmaat - Zonder LBV (eis) Type stenen: Rijbaan = eisen SB250 volgens Bouwklasse (Hfdst. 3-7.1.2.5); andere toepassing* = $LA_{25} - MDE_{20} - C_{50/30} - PSV_{NR}$ Type zand: aanbeveling = 100% rond zand & <i>Fractie 0/2 ≈ 40% van (Z+S)</i>		$C_{\min} = 400 \text{ kg/m}^3 - (W/C)_{\max} = 0,45$ & $D_{\max} \leq 20 \text{ mm}$ (aanbeveling $D_{\max} = 16 \text{ mm}$) – met of zonder LBV Consistentie: max. 60 mm zetmaat - Type zand + stenen: eisen SB250 volgens Bouwklasse Als LBV: $L \geq 3\%$ (eis)
Controles verhard beton	$W_{m,\min} = 50 \text{ MPa}$ Hechtsterkte: breuk in beton	$W_{m,\min} = 50 \text{ MPa}$ (andere toepassing*) – 60 MPa (rijbaan)	$W_{m,\min} = 60 \text{ MPa}$ (zonder LBV) – 52,5 MPa (met LBV) Vorst-dooiweerstand: facultatief
	Stroefheid NIET ? Onder voorbehoud van verdere metingen		
VERWERKING: - Storten - Aanbrengen kleur-verharder	Manueel + afstrijken Volgens richtlijnen fabrikant (poeder of vloeibaar) aanbeveling: Al_2O_3 voor bereden oppervlak	Manueel + afstrijken GEEN	Machinaal (glijbekisting) GEEN

* Andere toepassing = onbereden zones, rammelstroken, middengeleiders, verkeerseilanden, parkeervakken,...

SAMENVATTEND OVERZICHT PER SYSTEEM

Voorschriften	1. Kleurverharder, manuele aanleg , met matten (A) of rol (B)	2. In de massa gekleurd beton, manuele aanleg, met matten (A) of rol (B)	3. In de massa gekleurd beton, machinale aanleg met glijbekistingsmachine , met rol
VERWERKING: • Ontkistingsmiddel • Figureren • Bescherming tegen uitdroging • Reiniging • Bescherming tegen afschilfering	Ontkistingspoeder of –olie (kleurverharder en ontkisting dezelfde vorm!) Met matten (1A) of rol (1B) Extra ontkistingsmiddel (min. 20% initiële hoeveelheid) Ten vroegste na 72u, H₂O onder druk – verplicht met ontvetter in geval van olie Sealer op basis van acrylhars, in 2 lagen aan te brengen (min. 14 dagen na aanleg + volgens richtlijnen fabrikant)	a. Ontkistingspoeder b. Ontkistingsolie c. “Printfolie” (10 µm) Met matten (2A) of rol (2B) 1. Extra ontkistingsmiddel (min. 20% initiële hoeveelheid) 2. Curing compound 3. Nieuwe plasticfolie (40 µm) IDEM Hydrofobe impregnatie volgens SB250 Hfdst. 6-1.4.17 (met product volgens 3-15.2)	a. Ontkistingspoeder b. Ontkistingsolie c. Plasticfolie (Hfdst. 3-13.1) – indien machinaal getrokken rol Standaard met rol 1. Extra ontkistingsmiddel (min. 20% initiële hoeveelheid) 2. Curing compound 3. Plasticfolie (indien c. boven) IDEM Hydrofobe impregnatie indien zonder LBV (volgens 1.4.17)

Voorbeeld kleurverharder: rotonde R25 - Aarschot (23-9-2021) – systeem 1B



Wat staat er nog op til...

- Wijziging in mogelijke betonsamenstellingen: LMA, hoogwaardig betongranulaat voor bouwklasse B9-B10, aangepaste alkalibalans
- Invoegen nieuwe toepassingen: printbeton (nieuwe indeling), poreus beton
- Optimalisatie betonsamenstelling / voorstudie / prestatiekenmerken

Hartelijk dank voor jullie aandacht!

